

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
5 août 2004 (05.08.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2004/065957 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
G01N 33/03, 27/22, A47J 37/12

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2003/014955

(22) Date de dépôt international :  
30 décembre 2003 (30.12.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
03075203.4 20 janvier 2003 (20.01.2003) EP

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ECOLE  
POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE  
(EPFL) [CH/CH]; c/o SRI-EPFL, CH-1015 Lausanne  
(CH).

(72) Inventeurs; et

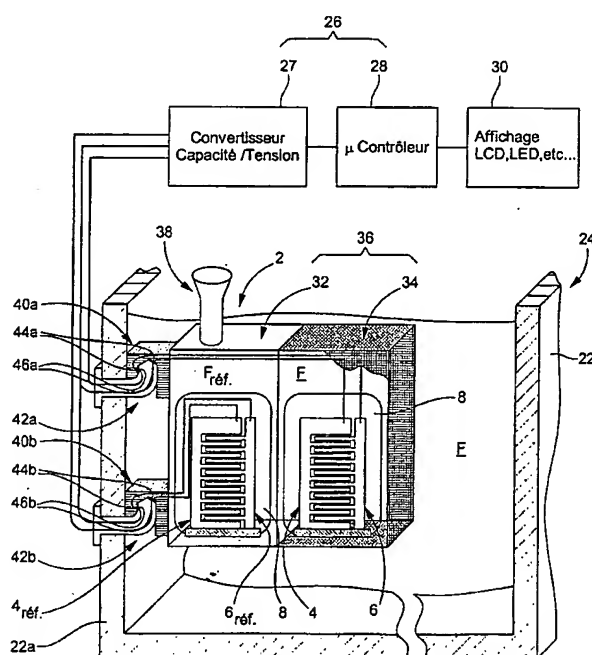
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : CHAM-  
BON, Gérald [FR/CH]; Av. du Grey 51, CH-1018  
Lausanne (CH). GIJS, Martin [BE/CH]; Chemin de la  
Dôle 6, CH-1024 Ecublens (CH).

(74) Mandataire : ICB; Ingénieurs Conseils en Brevets S.A.,  
Rue des Sors 7, CH-2074 Marin (CH).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING THE QUALITY AND/OR DEGRADATION OF A FLUID, PARTICULARLY A FOOD  
OIL

(54) Titre : DISPOSITIF DE MESURE DE LA QUALITE ET/OU DE LA DEGRADATION D'UN FLUIDE; NOTAMMENT  
D'UNE HUILE ALIMENTAIRE



27... CAPACITY/VOLTAGE CONVERTER  
28...  $\mu$  CONTROLLER  
30... LCD, LED ETC.DISPLAY

(57) Abstract: The invention relates to a device for measuring the quality and/or degradation of a fluid, especially an oil, comprising a sensor consisting of at least one pair of electrodes which are distanced from each other. Said sensor is immersed in the fluid which is to be measured. The electrodes and the fluid form a capacitive element whose capacity varies according to the dielectric constant of the fluid. The sensor can provide an electric output signal representing said dielectric constant. The inventive device also comprises processing means which receive the output signal and which can determine the degree of quality and/or degradation of the fluid on the basis of said output signal. The invention is characterized in that the electrodes extend substantially on the same plane and in that the fluid surrounds the two surfaces of the electrodes on both sides of said plane.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif de mesure de la qualité et/ou de la dégradation d'un fluide, notamment d'une huile, comprenant un capteur comportant au moins une paire d'électrodes espacées l'une de l'autre, destiné à être immergé dans le fluide à mesurer, les électrodes et le fluide formant un élément capacitif dont la capacité varie en fonction de la constante diélectrique du fluide, ledit capteur étant capable de fournir un signal électrique de sortie représentatif de

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/065957 A1



(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

ladite constante diélectrique, et des moyens de traitement recevant ledit signal de sortie et capables de déterminer le degré de qualité et/ou de dégradation du fluide sur la base dudit signal de sortie, caractérisé en ce que lesdites électrodes s'étendent sensiblement dans un même plan et en ce que le fluide baigne les deux faces des électrodes, de part et d'autre dudit plan.

# DISPOSITIF DE MESURE DE LA QUALITE ET/OU DE LA DEGRADATION D'UN FLUIDE; NOTAMMENT D'UNE HUILE ALIMENTAIRE

La présente invention concerne un dispositif de mesure capacitive de la qualité et/ou de la dégradation d'un fluide, notamment d'une huile. L'invention concerne en particulier un tel dispositif permettant la mesure de la qualité et/ou de la dégradation d'huile alimentaire, telle qu'une huile de friture, directement dans l'appareil de cuisson.

5 Il est bien connu que les huiles alimentaires se dégradent lors de la cuisson, notamment lorsqu'elles sont portées de manière répétée à des températures élevées. Typiquement, pour frire des aliments ces huiles sont portées à des températures de l'ordre de 180°C. A ces températures se produisent une multitude de réactions chimiques, telles que des polymérisations, des thermo-oxydations, etc., qui altèrent de  
10 manière importante la qualité de l'huile. La quantité de certains produits des ces réactions ne doit pas dépasser un seuil imposé par la législation, car au-delà de ce seuil l'huile est considérée comme impropre à la consommation. Il est donc important de pouvoir détecter ce seuil de manière fiable afin de remplacer l'huile dès que cela est nécessaire. Pendant longtemps ce moment a été laissé à l'appréciation des  
15 cuisiniers qui suite à une inspection visuelle et/ou olfactive déterminaient si l'huile était encore propre à la consommation. Bien entendu une telle méthode est purement subjective et n'est par conséquent pas fiable.

Divers dispositifs ont été proposés dans l'art antérieur jusqu'ici pour tenter de remédier à ce problème afin de pouvoir mesurer de manière objective la qualité et/ou  
20 la dégradation d'huiles alimentaires. Comme la dégradation des huiles alimentaires résulte notamment de leur thermo-oxydation et que cette réaction produit des composés polaires, il a été envisagé des dispositifs dans lesquels on corrèle le degré de dégradation des huiles à la constante diélectrique de l'huile, en mesurant la capacité d'un condensateur dans lequel l'huile à surveiller forme le diélectrique.

25 Un tel dispositif est par exemple décrit dans le brevet US No 5 818 731. Ce document, décrit un dispositif de mesure de la qualité d'huiles alimentaires destiné à être monté dans un appareil de cuisson telle qu'une friteuse. Ce dispositif surveille simultanément les variations de capacité et de transmission optique de l'huile dans la gamme de température de cuisson ou de friture. L'unité de mesure capacitive  
30 comprend deux jeux de plaques parallèles imbriqués l'un dans l'autre pour définir un condensateur de mesure. Lorsque les jeux de plaques sont immergés dans l'huile, cette dernière forme le diélectrique du condensateur de mesure de ladite unité et la variation de la capacité est mesurée au moyen d'un circuit en pont à oscillateur à courant continu. Ce dispositif présente toutefois divers inconvénients. Un premier

inconvenient réside dans le fait que les espaces entre les plaques sont petits et que, lorsque les plaques sont plongées dans l'huile, cette dernière ne circule pas aisément entre les plaques en raison des phénomènes de capillarité. Le renouvellement régulier de l'huile présente entre ces plaques n'est donc pas garanti, ce qui peut conduire à des résultats erronés de mesure de la dégradation de l'huile. De plus, des particules solides présentes dans l'huile peuvent également se trouver piégées entre les plaques, ce qui affecte négativement le signal mesuré. A noter également que la configuration en plaques parallèles du condensateur ne permet pas, compte tenu de du faible espace entre les plaques, un accès aisé à ces espaces ce qui rend compliquée les opérations de maintenance du dispositif. Un autre inconvenient réside dans le fait que le condensateur à plaques est encombrant et occupe une place importante dans l'appareil de cuisson. En outre, l'unique capteur de mesure formé par le condensateur est sujet aux variations de température ce qui peut conduire à des mesures erronées de capacité, de sorte que ce dispositif doit prévoir des moyens pour compenser ces erreurs. La solution proposée dans ce document consiste à utiliser un capteur de température qui fournit une indication à un circuit de traitement à même de prendre en compte les variations de température mesurées par des moyens logiciels intégrant des données relatives à l'huile à surveiller. Par conséquent, si la qualité de l'huile change ou si une nouvelle huile est utilisée, il est nécessaire de mettre à jour les moyens à logiciels ce qui rend le dispositif peu souple d'utilisation.

La présente invention a pour but principal de remédier aux inconvenients de l'art antérieur susmentionné en fournissant un dispositif amélioré de mesure de la qualité et/ou de la dégradation d'un fluide par mesure capacitive, présentant une construction simple, compacte et peu coûteuse.

La présente invention a également pour but de fournir un tel dispositif dans lequel le capteur de mesure capacitif présente une structure permettant une circulation facilitée du fluide à mesurer au voisinage de ses électrodes tout en conservant une sensibilité élevée de mesure de variation de la capacité.

La présente invention a également pour but de fournir un tel dispositif dans lequel la probabilité que des particules présentes dans le fluide se trouvent piégées entre les électrodes du condensateur de mesure est réduite.

La présente invention a également pour but de fournir un tel dispositif dont l'entretien, et notamment le nettoyage du capteur de mesure, est facilité.

La présente invention a également pour but de fournir un tel dispositif permettant de s'affranchir de la dépendance en température de la mesure de la capacité tout en conservant une grande souplesse d'utilisation, c'est-à-dire un dispositif qui ne nécessite pas une mise à jour systématique des moyens logiciels du

circuit de traitement dès que l'on souhaite utiliser le dispositif avec un fluide de nature différente.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif de mesure de la qualité et/ou de la dégradation d'un fluide, notamment d'une huile, comprenant un capteur  
5 comportant au moins une paire d'électrodes espacées l'une de l'autre, destiné à être immergé dans le fluide à mesurer, les électrodes et le fluide formant un élément capacitif de mesure dont la capacité varie en fonction de la constante diélectrique du fluide. Le capteur est capable de fournir un signal électrique de sortie représentatif de ladite constante diélectrique. Le dispositif comprend en outre des moyens de  
10 traitement recevant ledit signal de sortie et capables de déterminer le degré de qualité et/ou de dégradation du fluide sur la base dudit signal de sortie. Ce dispositif est caractérisé en ce que lesdites électrodes s'étendent sensiblement dans un même plan et en ce que le fluide baigne les deux faces des électrodes, de part et d'autre dudit plan.

15 Grâce à ces caractéristiques, le fluide à mesurer peut circuler aisément et rapidement de part et d'autre des électrodes de l'élément capacitif de mesure. Le fluide présent au voisinage des électrodes peut être ainsi constamment renouvelé, ce qui améliore la fiabilité et la précision des mesures fournies par le dispositif dans la mesure où celles-ci sont représentatives de l'évolution de la qualité du fluide dans son  
20 ensemble. Cette structure permet par ailleurs de diminuer fortement le risque que des particules se coincent dans l'entrefer de l'élément capacitif. Un autre avantage du dispositif de l'invention réside dans le fait que l'accès à l'entrefer est aisé, ce qui facilite les opérations d'entretien du capteur. A noter également que comme le fluide baigne les faces des électrodes de mesure de part et d'autre de leur plan médian, il  
25 est possible d'obtenir une grande sensibilité de mesure.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le capteur comprend en outre un élément capacitif de référence, comportant au moins une paire d'électrodes de références espacées l'une de l'autre, destiné à être immergé dans un fluide de référence, les électrodes et le fluide de référence formant un élément capacitif de  
30 référence dont la capacité varie en fonction de la constante diélectrique du fluide de référence, ledit élément capacitif de référence étant capable de fournir un signal de référence représentatif de ladite constante diélectrique de référence aux moyens de traitement et les moyens de traitement étant agencés pour comparer le signal de sortie avec le signal de référence.

35 L'élément capacitif de référence peut ainsi mesurer en permanence les propriétés diélectriques d'un fluide de référence « neuf » ou en d'autres termes non dégradé, et fournir une valeur de constante diélectrique de référence de ce fluide qui

peut être comparé à la valeur de constante diélectrique fournie par l'élément capacitif de mesure. L'utilisation de deux capteurs permet également de s'affranchir des variations de la constante diélectrique dues aux variations de la température.

lorsque le dispositif de mesure est associé à un appareil de cuisson  
5 comprenant une cuve contenant de l'huile alimentaire de cuisson, l'élément capacitif de mesure peut baigner dans l'huile dans laquelle les aliments sont frits tandis que l'élément capacitif de référence baigne dans une huile alimentaire de référence ayant les mêmes caractéristiques que l'huile alimentaire de cuisson, mais contenue dans une enceinte isolée de celle-ci.

10 De préférence, l'enceinte contenant l'huile alimentaire de référence en contact thermique avec l'huile alimentaire de cuisson. L'huile alimentaire de référence peut bien entendu être renouvelée périodiquement, par exemple une fois par jour ou, le cas échéant, de manière continue pour fournir une valeur de constante diélectrique de référence bien définie pour une huile non dégradée. Ce renouvellement peut être  
15 réalisé de manière automatique ou manuel.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description suivante de modes de réalisation préférés de dispositifs de mesure selon l'invention, présentés à titre d'exemples non limitatifs en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

20 - La figure 1 est une vue schématique d'un premier mode de réalisation du dispositif de mesure selon l'invention;

- La figure 2 est une vue schématique en coupe d'une cuve d'un appareil de cuisson classique sur laquelle est fixé le dispositif de mesure représenté à la figure 1, ce dernier étant partiellement représenté en coupe selon la ligne II-II de la figure 1 et  
25 les moyens de traitement ayant été omis ;

- La figure 3 montre un graphe représentant, en fonction de la température, la variation de la capacité d'un élément capacitif du dispositif de mesure selon l'invention lorsque l'élément capacitif baigne dans une huile neuve et dans une huile usagée ;

- La figure 4 est une vue schématique en coupe et en perspective d'une cuve  
30 d'un appareil de cuisson classique sur laquelle est fixé un dispositif de mesure selon un deuxième mode de réalisation de l'invention;

- La figure 5 représente une variante du deuxième mode de réalisation du dispositif de mesure selon l'invention ;

- La figure 6 représente une variante du mode de réalisation illustré à la figure  
35 5. ; et

- La figure 7 représente un exemple de réalisation d'une structure de support des éléments capacitifs du dispositif d'invention.

En se référant tout d'abord à la figure 1, on voit un premier mode de réalisation d'un dispositif de mesure capacitive de la qualité et/ou de la dégradation d'un fluide notamment d'une huile, désigné par la référence générale 1.

On notera que la description qui suit sera faite dans une application du  
5 dispositif 1 à la mesure de la qualité et/ou de la dégradation d'une huile alimentaire ou analogue, utilisée pour frire des aliments dans des appareils de cuisson comprenant une cuve dans laquelle l'huile peut être chauffée typiquement jusqu'à environ 200°C.

Le dispositif de mesure 1 comprend un capteur 2 comportant une paire  
d'électrodes 4, 6 espacées l'une de l'autre et destinées à être immergées dans un  
10 fluide F (Figure 2), par exemple l'huile d'une friteuse, dont on souhaite mesurer la qualité et/ou la dégradation et déterminer si elle est toujours propre à l'emploi. Les électrodes 4, 6 forment avec l'huile F un élément capacitif de mesure EFM dont la capacité varie en fonction de la constante diélectrique de l'huile. Lorsque l'huile se dégrade, la quantité de composés polaires présents dans celle-ci augmente et conduit  
15 à une augmentation de sa constante diélectrique. Ainsi, en mesurant l'évolution de la capacité de l'élément capacitif de mesure EFM, on peut déterminer le degré de qualité et/ou de dégradation de l'huile. Le capteur 2, et plus précisément son élément capacitif EFM, est donc capable de fournir un signal électrique de sortie représentatif de la constante diélectrique de l'huile sur une large plage de températures, en  
20 particulier entre 20°C et 200°C.

Chaque électrode 4, 6 de la paire présente la forme d'un peigne ayant une pluralité de dents 4a, 6a sensiblement parallèles entre elles et s'étendant à partir d'une base 4b, 6b. Les électrodes 4 et 6 sont disposées l'une par rapport à l'autre de sorte que les dents 4a d'une électrode 4 sont imbriquées entre les dents 6a de l'autre  
25 électrode 6. Les dents des électrodes 4 et 6 sont ainsi disposées sensiblement dans un même plan.

On notera à ce propos que les électrodes 4 et 6 sont par exemple formées à partir d'une même plaque plane découpée de façon appropriée, la plaque étant suffisamment rigide pour que les électrodes gardent leur forme lorsqu'elles sont  
30 manipulées. Dans l'exemple décrit, les électrodes sont réalisées à partir d'une plaque en un acier alimentaire (acier inox austénitique de type 18-10 à bas carbone) ayant une épaisseur comprise entre 0,1 et 3 mm. D'autres types d'aciers alimentaires peuvent être également utilisés par exemple le Z7CN18-09, le Z3CND18-12-02, Z6CNDT17-12 et Z7CNU16-04. La plaque est découpée au moyen d'un faisceau  
35 laser, ce qui permet de réaliser entre les dents des électrodes des entrefers compris entre 10 nm et 1 mm. Il est bien entendu que plus l'entrefer E est faible, plus la sensibilité de l'élément capacitif est grande. Selon une variante de réalisation, on peut

également envisager de réaliser des électrodes formées d'un substrat enrobé d'un matériau conducteur, par exemple un substrat enrobé d'une couche d'or de platine ou analogue.

Dans le mode de réalisation représenté, les électrodes 4 et 6 sont solidaires  
5 d'un substrat 8 isolant qui maintient, en liaison avec des moyens d'alignement 10, les électrodes dans une position fixe l'une par rapport à l'autre. Plus précisément, les électrodes 4 et 6 sont chacune fixées au substrat 8 par l'intermédiaire d'une patte de fixation s'étendant à partir de leur base 4b, 6b par tout moyen approprié, par exemple  
10 par des vis ou analogues. Les moyens d'alignement 10 comprennent par exemple des goupilles de positionnement chassées dans le substrat 8 et coopérant avec des trous à cet effet dans les électrodes 4 et 6.

Le substrat 8 présente la forme d'un cadre ayant une ouverture centrale 12  
disposée en regard de la région de mesure des électrodes 4 et 6, c'est-à-dire en regard des entrefers définis par les espaces entre les dents 4a de l'électrode 4 et les  
15 dents 6a de l'électrode 6. Grâce à cette configuration, le fluide à mesurer, en l'occurrence l'huile, baigne les deux faces des électrodes 4 et 6 de part et d'autre du plan de ces électrodes de sorte qu'elle peut venir circuler au voisinage des dents 4a  
et 6a des électrodes 4 et 6.

On notera que l'élément capacitif EFM est entouré d'un cadre métallique CM.  
20 Ce cadre métallique forme un écran protecteur vis-à-vis de perturbations électriques externes et permet de réduire ainsi l'influence de ces perturbations au cours des mesures. Ce cadre est typiquement formé par un grillage métallique.

Le substrat 8 est réalisé de préférence en un matériau résistant à des températures comprises entre 20°C et 200°C et présentant un faible coefficient de  
25 dilatation thermique, tel qu'un matériau céramique. Cependant il peut être réalisé en tout autre matériau isolant compatible avec l'application du dispositif de mesure envisagée. A titre d'exemple pour une application alimentaire devant être stable dans la gamme de température susmentionnée, le substrat 8 pourrait également être réalisé en un polymère fluoré tel que le Téflon.

30 Pour fixer les idées, la demanderesse a effectué des essais concluant avec des électrodes 4, 6 en acier inoxydables présentant une épaisseur de l'ordre de 0,8mm. L'électrode 4 comprenait 9 dents et l'électrode 6 comprenait 8 dents définissant 18 entrefers de 100 µm chacun, les dents présentant une largeur de l'ordre de 1mm. Le substrat étant réalisé en céramique et présentant une épaisseur de  
35 l'ordre de 0,6 mm pour une surface extérieure 5x5 cm.

La capacité de l'élément capacitif de mesure EFM défini par les électrodes 4 et 6 en combinaison avec l'huile est mesurée par des moyens de traitement 14



comprenant par exemple un circuit analogique convertisseur capacité/tension 16 bien connu de l'homme de métier associé à un microcontrôleur 18. A titre d'exemple, le circuit convertisseur capacité/tension portant la référence XE2004 commercialisé par la société Xemics peut être utilisé.

- 5 Les électrodes 4 et 6 sont reliées en entrée du circuit 16 qui délivre en sortie un signal analogique de tension  $S_v$  représentatif de la capacité de l'élément capacitif de mesure. Le signal  $S_v$  est fourni en entrée du microcontrôleur 18 qui convertit le signal  $S_v$  en un signal numérique  $S_N$ . On pourra typiquement utiliser un microcontrôleur portant la référence 68HC11 et commercialisé par la société
- 10 Motorola. Le signal numérique en sortie du microcontrôleur est ensuite fourni à des moyens d'affichage 20, réalisés par exemple sous la forme d'une cellule à cristaux liquides ou encore par un affichage à LED. Cette dernière affiche une valeur numérique représentative par exemple de la constante diélectrique de l'huile. Selon une variante de réalisation, cette valeur numérique peut être traitée de façon
- 15 appropriée pour indiquer le taux de composés polaires mesuré dans l'huile.

- En se référant à la figure 2, on voit comment l'élément capacitif de mesure EFM du dispositif de mesure 1 est disposé dans une cuve 22 d'un appareil de cuisson classique 24 contenant l'huile alimentaire à examiner. Les moyens de traitement 14 et d'affichage 20 sont omis dans cette figure. Ces derniers seront par exemple disposés
- 20 dans un boîtier associé à l'appareil de cuisson mais éloigné de la cuve 22. L'appareil de cuisson est bien entendu associé à des moyens de chauffage, non représentés. Dans ce mode de réalisation, l'élément capacitif de mesure est suspendu, par des moyens d'accrochage 26 solidaires du substrat 8, à partir du rebord supérieur de la paroi latérale de la cuve 22 et s'étendant sensiblement parallèlement à cette paroi.

- 25 A la figure 3, on a représenté deux courbes C1, C2 illustrant respectivement la variation de la capacité C de l'élément capacitif de mesure du dispositif 1 en fonction de la température T pour une même huile respectivement neuve et usagée. Par huile usagée on entend ici une huile ayant subi plusieurs cycles de cuisson. La courbe C1 correspond à la variation de la capacité de l'élément capacitif de mesure dans le cas
- 30 où les électrodes 3 et 4 baignent dans une huile neuve, tandis que la courbe C2 correspond à la variation de la capacité de l'élément capacitif de mesure dans le cas où les électrodes 3 et 4 baignent dans une huile usagée. On constate que ces deux courbes évoluent généralement de la même manière en fonction de la température et notamment que pour une température donnée, la différence entre la
- 35 capacité mesurée avec l'huile neuve et l'huile usagée est sensiblement constante. En conséquence, la mesure de la capacité de l'élément capacitif EFM permet aisément

de discriminer une bonne huile d'une huile usagée dans une large gamme de température.

En se référant désormais à la figure 4, on voit un deuxième mode de réalisation d'un dispositif de mesure selon l'invention, dans lequel les éléments  
5 identiques à ceux déjà décrits sont désignés par les mêmes références numériques. Ce dispositif sera également décrit dans le cadre d'une application à la mesure de la qualité et/ou de la dégradation d'une huile alimentaire F contenue dans la cuve 22 d'un appareil de cuisson 24.

Dans ce mode de réalisation, le capteur 2 comprend, en plus de l'élément  
10 capacitif de mesure EFM qui baigne dans l'huile à mesurer, un élément capacitif de référence EFR qui baigne dans une huile de référence  $F_{\text{réf}}$ , disposée dans une enceinte pour être séparée de l'huile à mesurer. L'huile de référence est une huile ayant les mêmes caractéristiques que l'huile neuve à mesurer. La structure de l'élément capacitif de référence EFR est de préférence identique à celle de l'élément  
15 capacitif de mesure EFM bien que cela ne soit pas indispensable. L'élément capacitif de référence EFR est donc formé des électrodes  $4_{\text{réf}}$  et  $6_{\text{réf}}$ , en combinaison avec l'huile de référence  $F_{\text{réf}}$ . L'élément capacitif de référence EFR est donc capable de fournir un signal de référence représentatif de la constante diélectrique de l'huile de référence, signal qui peut être comparé avec le signal de sortie de mesure provenant de  
20 l'élément capacitif de mesure EFM par des moyens de traitement 26. Le branchement de l'élément capacitif de mesure et de l'élément capacitif de référence aux moyens de traitement 26 est représenté schématiquement à la figure 4. Dans cet exemple, les moyens de traitement 26 comprennent typiquement un convertisseur capacité/tension 27 à trois entrées et une sortie tension analogique reliée à un microcontrôleur 28, qui  
25 est relié à son tour à des moyens d'affichage 30. Une première électrode 6,  $4_{\text{réf}}$ , de chaque élément capacitif EFM et EFR est reliée à une première entrée commune du convertisseur tandis que les deuxième électrodes 4,  $6_{\text{réf}}$ , de chaque élément capacitif EFM et EFR sont reliées respectivement à des deuxième et troisième entrées du convertisseur capacité/tension. A titre d'exemple, le circuit convertisseur  
30 capacité/tension 27 portant la référence XE2004 commercialisé par la société Xemics peut être utilisé et le microcontrôleur 28 est du même type que celui décrit en liaison avec le premier mode de réalisation.

Dans le mode de réalisation, illustré, l'élément capacitif de référence EFR et l'élément capacitif de mesure EFM sont disposés dans la cuve 22 de l'appareil de  
35 cuisson 24. L'élément capacitif de référence EFR est disposé dans une enceinte fermée 32 baignant dans l'huile à mesurer, l'enceinte 32 étant fermée de manière étanche de sorte que l'huile de référence contenue dans cette enceinte ne se

mélange pas avec l'huile à mesurer contenue dans la cuve 24. L'élément capacitif de mesure EFM est quant à lui disposé dans une enceinte ajourée 34, par exemple dont les parois sont formées d'un grillage, de sorte qu'il baigne dans l'huile à mesurer. L'utilisation de telles parois forme un filtre qui protège les électrodes de l'élément capacitif de mesure EFM et permet notamment d'éviter que des particules solides en suspension dans l'huile viennent en contact avec celles-ci ce qui pourrait perturber la mesure. Bien entendu selon une variante de réalisation ces parois pourraient être omises.

On notera que les parois de l'enceinte 32 et les parois de l'enceinte ajourée 34 forment respectivement un cadre ou écran métallique de protection vis-à-vis de perturbations électriques externes et permet de réduire ainsi l'influence de ces perturbations au cours des mesures.

Pour des raisons de commodité, les enceintes 32 et 34 sont solidaires l'une de l'autre et forment une structure unitaire 36 qui est fixée à la cuve 22 de l'appareil de cuisson 24. De préférence et comme cela est illustré à la figure 4, les éléments capacitifs sont fixés dans leur enceinte respective par des supports isolants coopérant avec leur substrat.

On notera que l'enceinte 32 contenant l'huile de référence comprend un canal de remplissage 38, dont l'orifice peut être le cas échéant fermé de façon étanche par un bouchon ou un couvercle (non représenté). Selon une variante non représentée, l'enceinte 32 peut comprendre en outre des moyens de vidange disposés dans sa partie inférieure.

On notera également que la structure 36 est avantageusement disposée au voisinage d'une paroi verticale intérieure 22a de la cuve, ce qui permet de libérer une place suffisante pour cuire des aliments tout en effectuant des mesures.

La structure 36 comprend en outre sur une de ses parois latérales des moyens d'accrochage 40a, 40b destinés à coopérer avec des moyens d'accrochage complémentaires 42a, 42b solidaires de la paroi 22a. Dans l'exemple illustré, les moyens d'accrochage 40 et les moyens d'accrochage complémentaires 42 comprennent respectivement deux crochets 40a, 40b, 42a, et 42b coopérant deux à deux. La structure 36 peut ainsi être suspendue de façon amovible à l'intérieur de la cuve 22. On notera que ce montage amovible de la structure 36 facilite les opérations de remplissage et de vidage de l'enceinte 32 ainsi que les opérations d'entretien des éléments capacitifs EFM et EFR. Par ailleurs, comme la structure 36 est de construction simple et ne comporte en particulier aucune pièce mécanique mobile, elle présente une très grande fiabilité.

Dans ce mode de réalisation, les liaisons électriques entre les deux éléments capacitifs et les moyens de traitement 26 disposés à l'extérieur de la cuve se font via les crochets 40a, 40b, 42a, et 42b. A cet effet, les crochets 40a, 40b comprennent des plages de contact 44a, 44b reliées respectivement aux éléments capacitifs EFM et EFR. Les crochets 42a, et 42b comprennent des plages de contact complémentaires 46a, 46b reliées aux moyens de traitement 26 et destinées à venir en contact avec les plages de contact 44a, 44b lorsque la structure 26 est suspendue dans la cuve. La liaison électrique entre les plages de contact 44a, 44b et les éléments capacitifs est réalisée par des fils traversant de manière étanche la paroi de l'enceinte 32. De même, la liaison électrique entre les plages 46a, 46b et les moyens de traitement est réalisée par des fils traversant de manière étanche la paroi de la cuve 22. Bien entendu selon une variante de réalisation, les différentes connexions entre les éléments capacitifs et le circuit de traitement peuvent être indépendantes des moyens de suspension dans la cuve 22, être directement relié à un boîtier séparé pouvant ou non comprendre les moyens d'affichage 30 et formant avec la structure 36 une unité de mesure portable indépendante de tout appareil de cuisson.

A la figure 5 est représentée une variante du deuxième mode de réalisation du dispositif de mesure selon l'invention, dans laquelle le dispositif est associé à un système de renouvellement de l'huile de référence. Le système de renouvellement comprend un réservoir 48 contenant de l'huile neuve et disposé en dehors de la cuve 22. Le réservoir 48 est relié à un orifice d'entrée de l'enceinte 32 par une canalisation sur laquelle sont placées une pompe P et une électrovanne EV1. L'enceinte 32 est reliée par un orifice de sortie à une canalisation munie d'une électrovanne EV2 et débouchant dans la cuve 22. L'huile de référence usagée peut donc être ainsi réinjectée dans la cuve 22 et réutilisée.

On notera que la pompe P et les deux électrovannes EV1 et EV2 sont placées de préférence en dehors de la cuve 22 pour les protéger contre les effets de la température.

On notera encore que la pompe pourra être omise dans des variantes de réalisation dans lesquelles le réservoir 48 est placé suffisamment haut pour que l'huile à mesurer ne remonte pas dans l'enceinte contenant l'huile de référence lorsque les électrovannes sont ouvertes.

Ce système de renouvellement peut avantageusement être associé à des moyens pour commander de manière automatique et programmée la pompe et les électrovannes. Ces moyens peuvent typiquement prendre la forme d'un microprocesseur. Un tel système facilite l'exploitation du dispositif de mesure.

A figure 6 est représenté une variante du mode de réalisation illustré à la figure 5 dans laquelle le réservoir 48 est directement, relié à un orifice d'entrée de l'enceinte 32 par une canalisation 52. L'enceinte 32 est reliée par un orifice de sortie à une canalisation traversant un paroi de la cuve 22 et débouchant dans un réservoir de récupération 50 disposé à l'extérieur de la cuve 22. Le réservoir 48 est de préférence formé d'une poche étanche reliée à la canalisation 52 par un dispositif à écoulement contrôlé du type à goutte à goutte 54a et l'orifice de sortie de l'enceinte 32 est également associé à un dispositif à écoulement 54b contrôlé du même type. Bien entendu les débits des deux dispositifs à écoulement contrôlé sont identiques et peuvent avantageusement être réglé pour que le volume de l'enceinte 32 soit renouvelé quotidiennement. Un autre avantage de cette variante est que l'huile de référence est maintenue en tout temps à l'abri de l'oxygène.

L'avantage de cette variante réside dans le fait qu'elle ne comprend pas d'élément mécanique mobile, ce qui améliore sa fiabilité et facilite son entretien.

Avec le dispositif de mesure selon le deuxième mode de réalisation, l'élément capacitif de référence qui baigne dans une huile neuve sensiblement à la même température que l'huile à mesurer dans laquelle est disposé l'élément capacitif de mesure permet, en réalisant un montage en pont de wheatstone des deux éléments capacitifs, de distinguer les variations de la constante diélectrique de ces éléments, provenant de la dégradation de l'huile, des variations provenant des fluctuations de la température. Un tel montage en pont est décrit par exemple dans l'article intitulé « Application of capacitance techniques in sensor design » par Willem Chr. Heerens publié dans J. Phys. E : Scientific Instruments 19 :897 906 (1986), qui est incorporé dans cette demande par référence.

On comprendra que diverses modifications et/ou améliorations évidentes pour un homme du métier peuvent être apportées au mode de réalisation décrit dans la présente description sans sortir du cadre de la présente invention définie par les revendications annexées. En particulier on pourra envisager de disposer les éléments capacitifs une orientation quelconques dans la cuve contenant le fluide à mesurer.

On pourra également envisager de réaliser la structure unitaire 36 selon la configuration illustrée à la figure 7 dans laquelle les enceintes 32 et 34 sont agencées de manière plus compacte, les parois des enceintes ayant été omises pour laisser apparaître les éléments capacitifs EFM et EFR.

On pourra encore envisager dans le deuxième mode de réalisation d'agencer une électrode commune aux deux éléments capacitifs afin de limiter le nombre de connexions.

Il va de soi que le dispositif de mesure selon l'invention qui vient d'être décrit n'est pas limité à une application à la mesure d'huiles alimentaires et pourra être utilisé pour la mesure de la qualité et/ou de la dégradation de tout fluide dont l'évolution de sa constante diélectrique est représentatif de sa qualité et/ou de sa dégradation.

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif de mesure de la qualité et/ou de la dégradation d'un fluide, notamment d'une huile, comprenant :  
un capteur comportant au moins une paire d'électrodes espacées l'une de l'autre, destiné à être immergé dans le fluide à mesurer, les électrodes et le fluide formant un  
5 élément capacitif de mesure dont la capacité varie en fonction de la constante diélectrique du fluide, ledit capteur étant capable de fournir un signal électrique de sortie représentatif de ladite constante diélectrique, et  
des moyens de traitement recevant ledit signal de sortie et capables de déterminer le degré de qualité et/ou de dégradation du fluide sur la base dudit signal de sortie,  
10 caractérisé en ce que lesdites électrodes s'étendent sensiblement dans un même plan et en ce que le fluide baigne les deux faces des électrodes, de part et d'autre dudit plan.
2. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur comprend en outre un élément capacitif de référence, comportant au moins  
15 une paire d'électrodes de référence espacées l'une de l'autre, destiné à être immergé dans un fluide de référence, les électrodes et le fluide de référence formant un élément capacitif de référence dont la capacité varie en fonction de la constante diélectrique du fluide de référence, ledit élément capacitif de référence étant capable de fournir un signal de référence représentatif de ladite constante diélectrique de  
20 référence audits moyens de traitement, et en ce que les moyens de traitement sont agencés pour comparer le signal de sortie avec le signal de référence.
3. Dispositif de mesure selon la revendication 2, caractérisé en ce que les électrodes dudit élément capacitif de référence s'étendent sensiblement dans un même plan et en ce que le fluide baigne les deux faces des électrodes, de part et  
25 d'autre dudit plan.
4. Dispositif de mesure selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que le fluide de référence est disposé dans une enceinte isolée du fluide à mesurer et en contact thermique avec ce dernier, de sorte que le fluide de référence présente sensiblement la même température que le fluide à mesurer.
- 30 5. Dispositif de mesure selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'enceinte contenant le fluide de référence est associée à un système de renouvellement dudit fluide de référence.
6. Dispositif de mesure selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit système de renouvellement comprend un réservoir de liquide de référence en  
35 communication avec ladite enceinte et en ce que ledit système comprend des moyens

à écoulement contrôlé de manière à permettre un renouvellement régulier du liquide de référence contenu dans ladite enceinte.

7. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les électrodes sont formées respectivement par  
5 des plaques planes.

8. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque électrode de chaque paire d'électrodes présente la forme d'un peigne ayant une pluralité de dents sensiblement parallèles, les dents d'une des électrodes étant imbriquées entre les dents de l'autre électrode.

10 9. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments capacitifs sont entourés d'un cadre métallique formant écran contre les perturbations électromagnétiques.

15 10. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé, en ce que les électrodes des éléments capacitifs sont réalisées à partir d'un acier alimentaires.

11. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les électrodes des éléments capacitifs sont portées par une structure de support électriquement isolante présentant une ouverture disposée en regard d'une région de mesure desdites électrodes.

20 12. Appareil de cuisson comprenant une cuve destinée à contenir un fluide de cuisson et des moyens de chauffage caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, l'élément capacitif de mesure étant disposés dans la cuve de sorte qu'il baigne dans le fluide de cuisson.



Fig.1

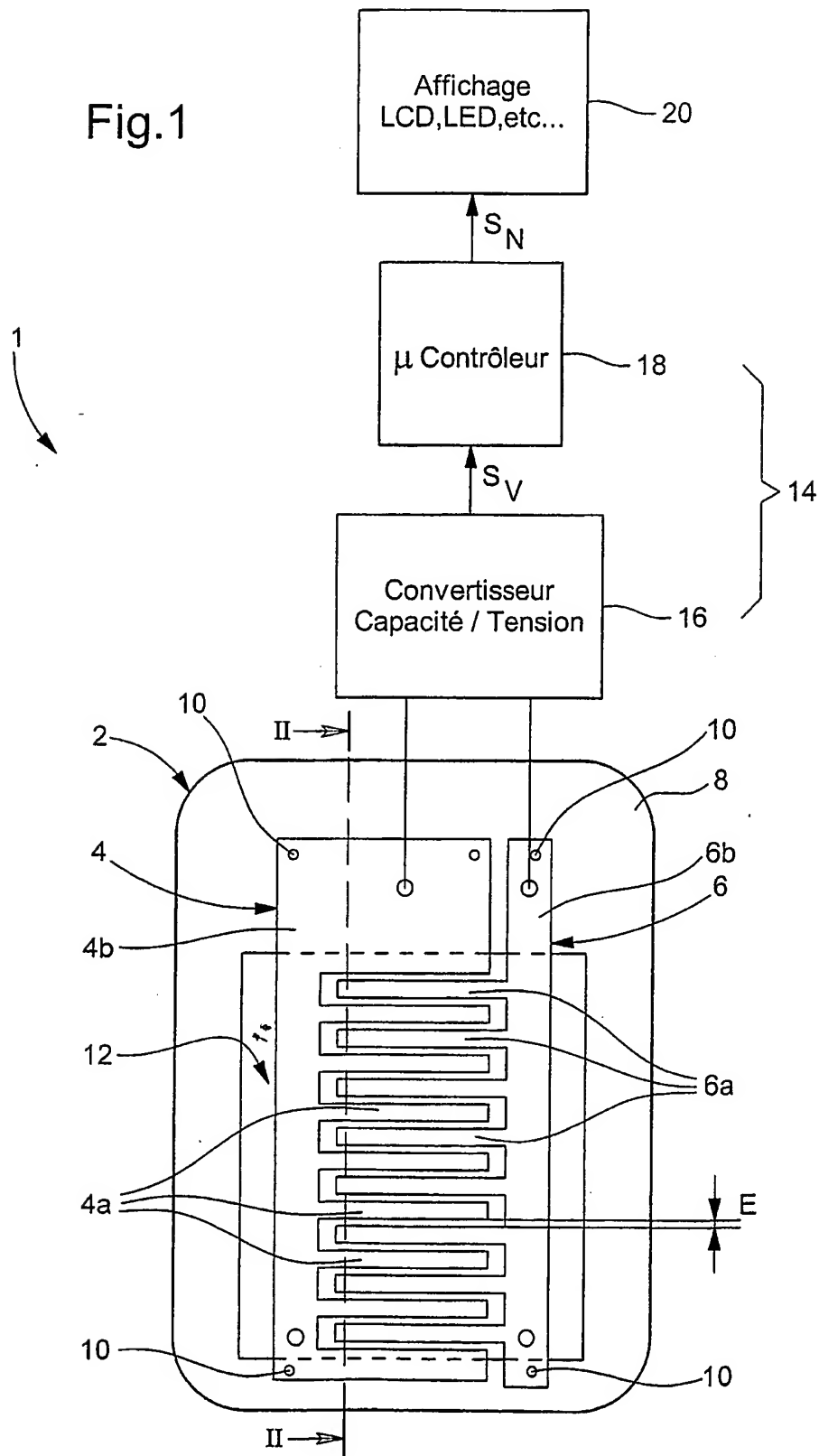
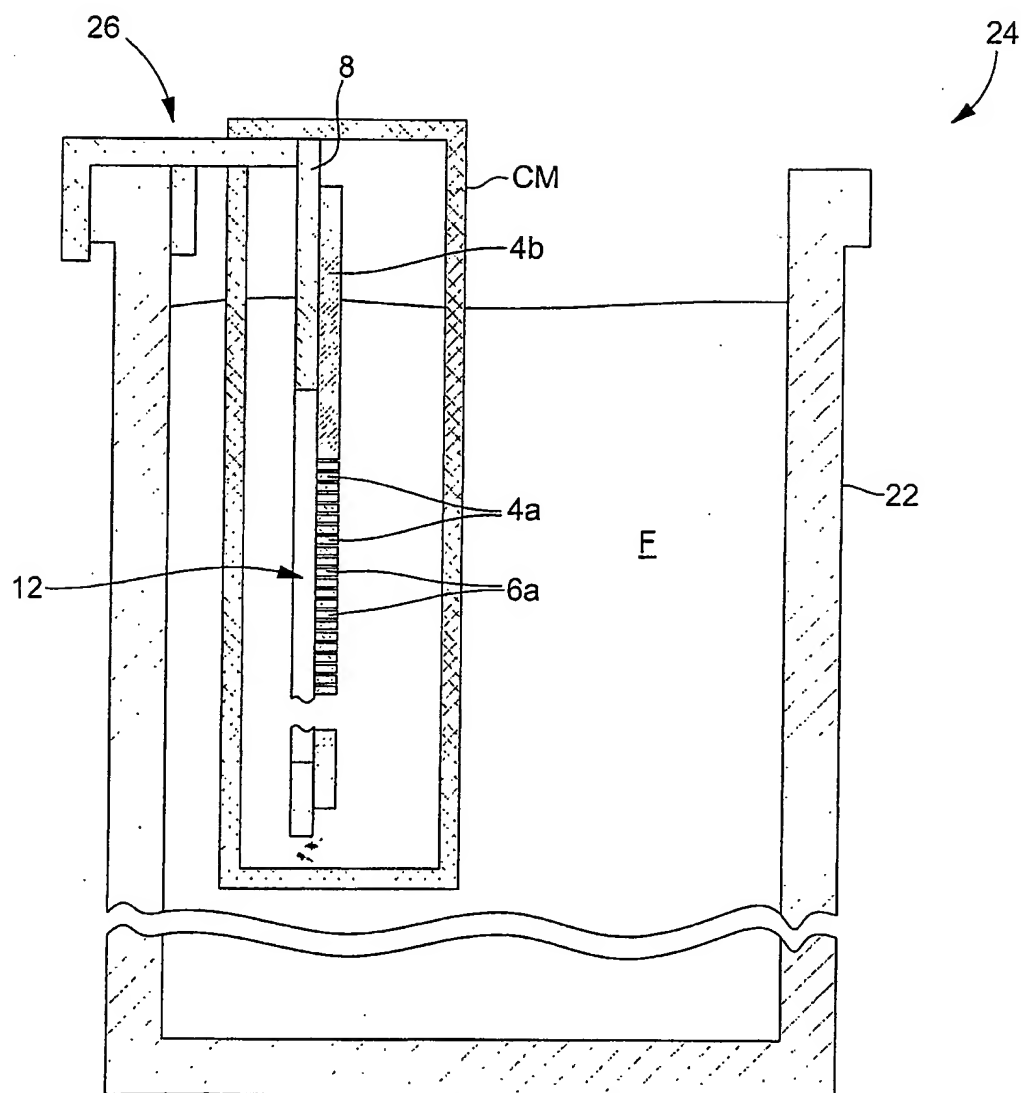


Fig.2



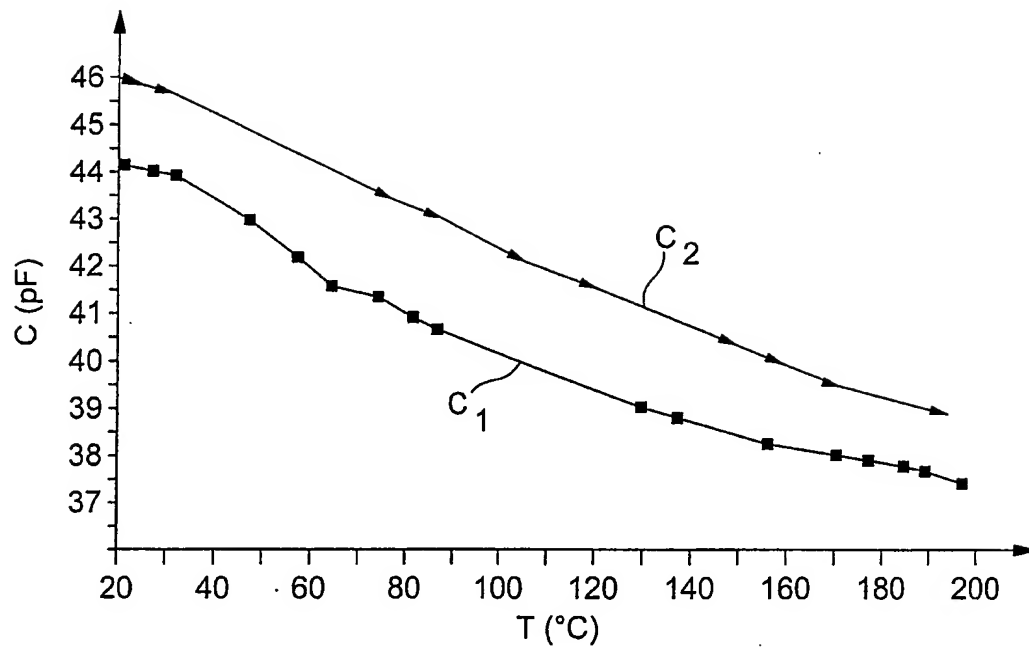


Fig.3

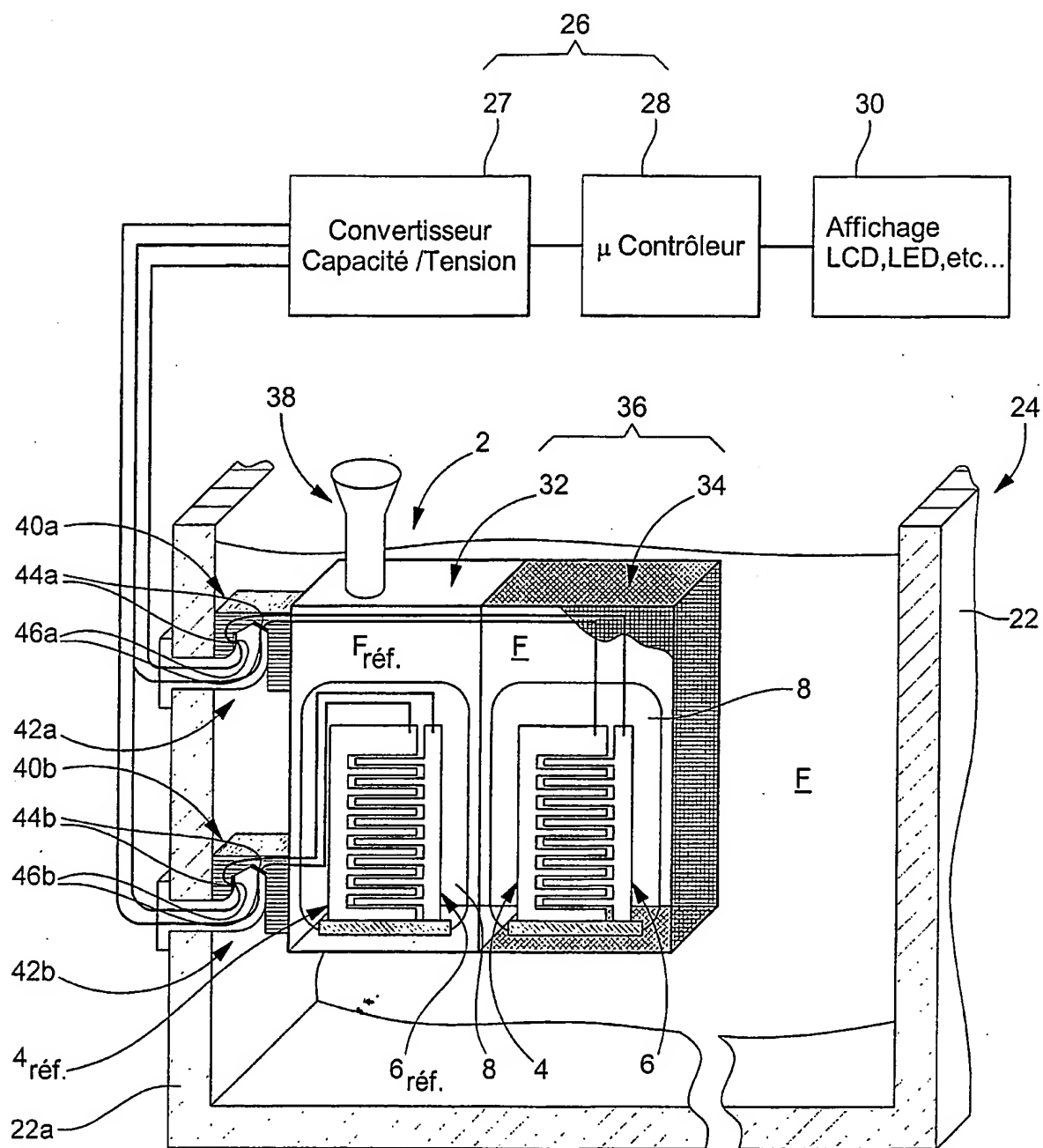
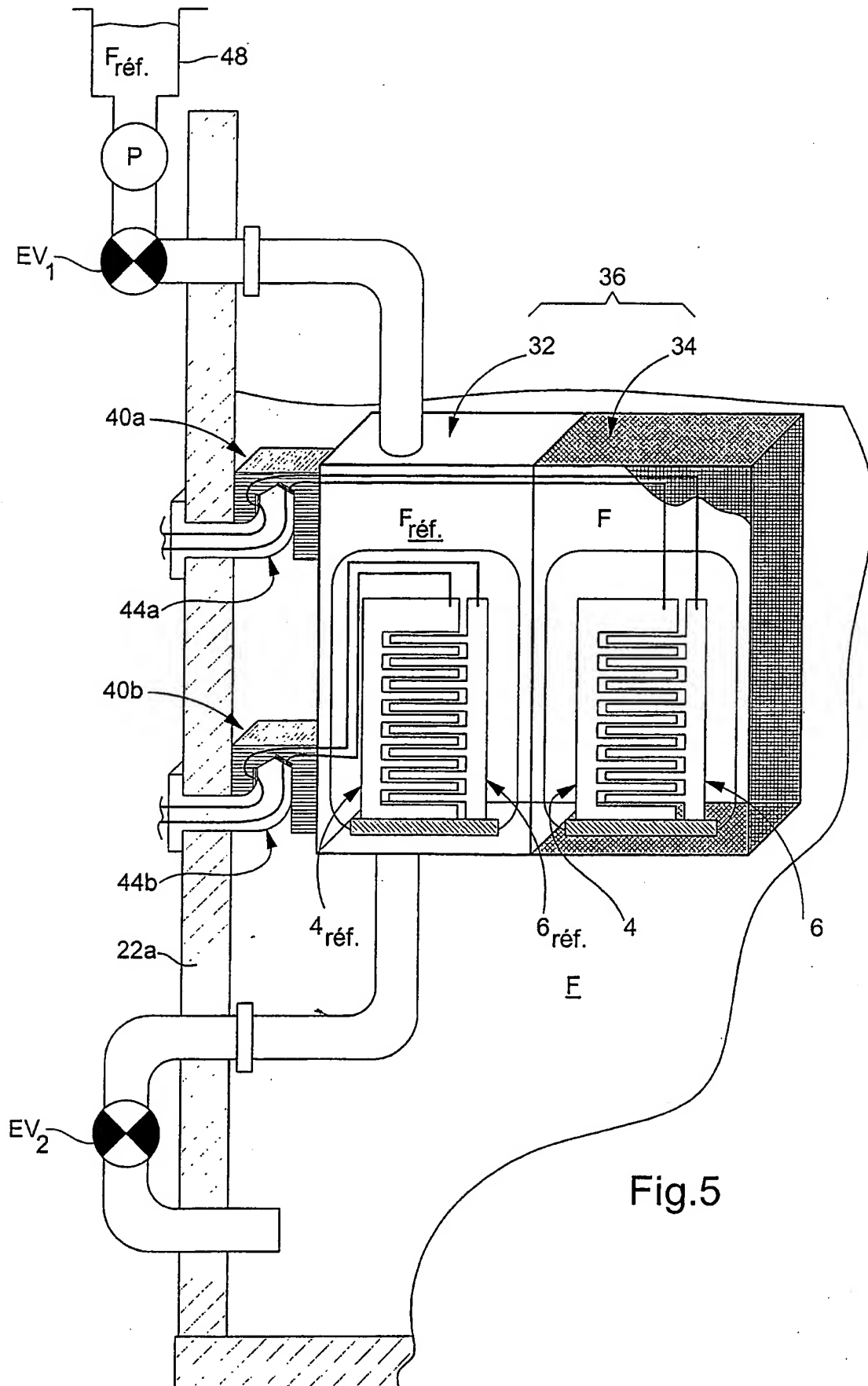
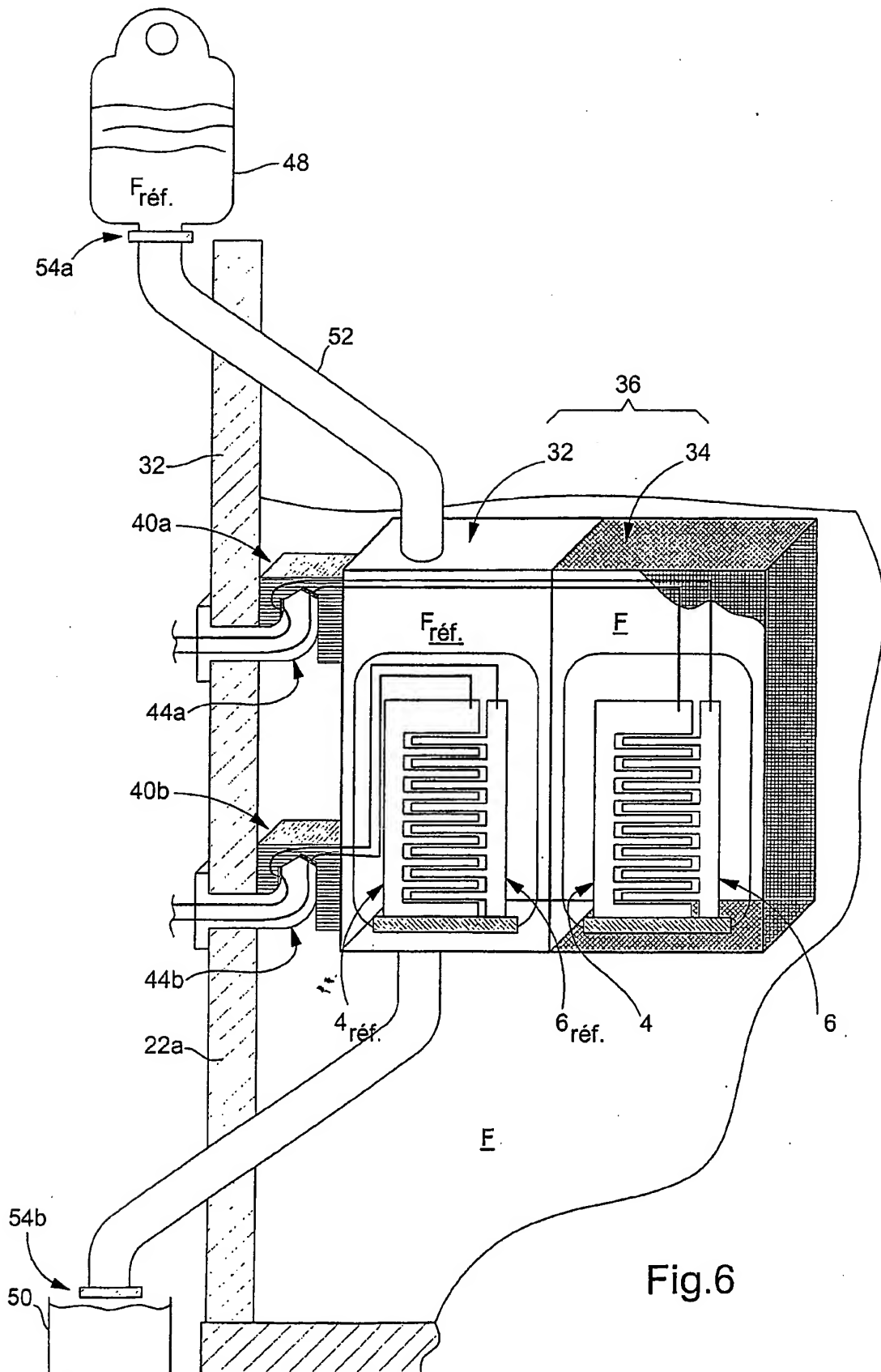


Fig.4





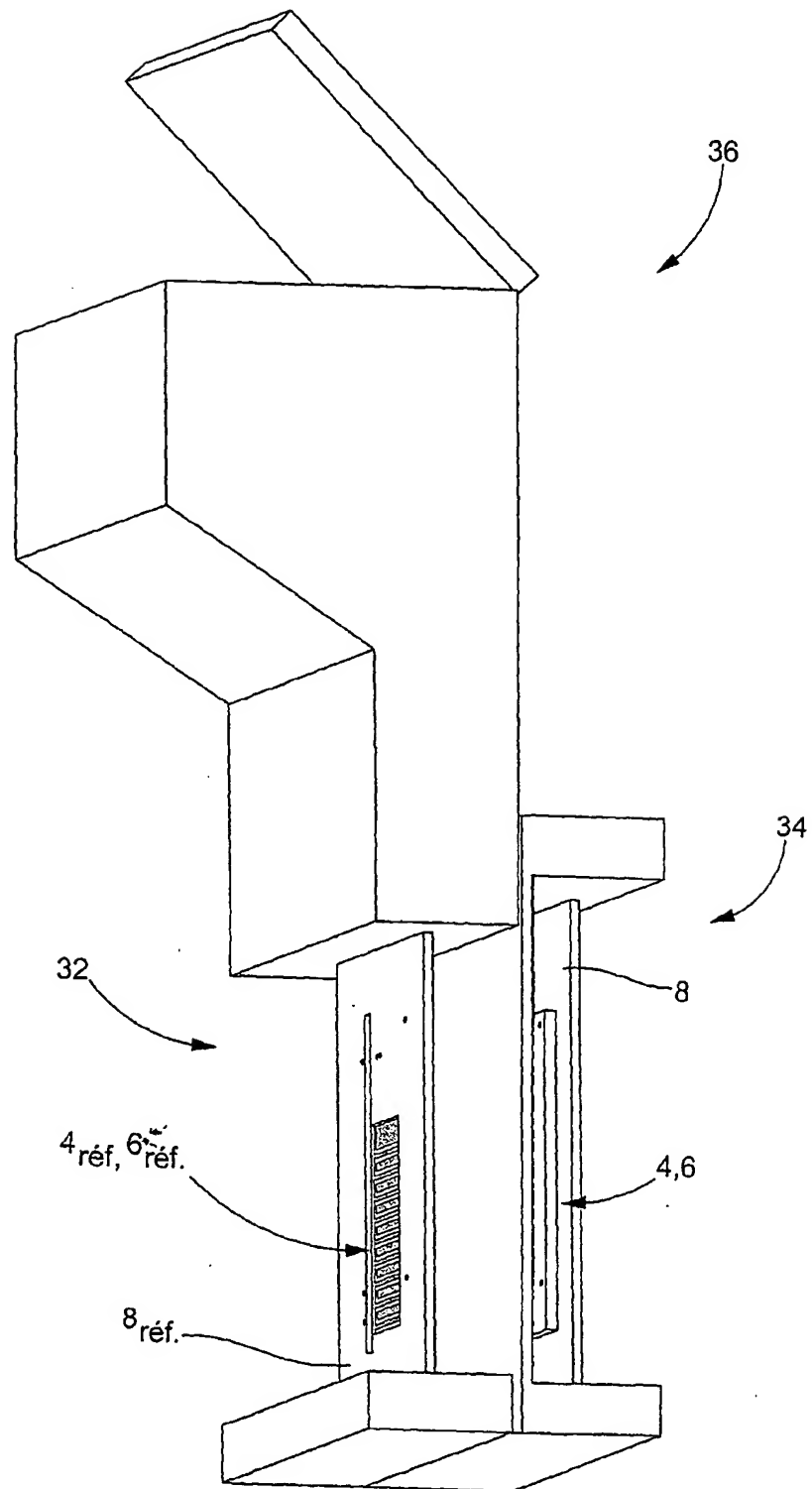


Fig.7

Rec PTO 1 JUL 2005

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/14955

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G01N33/03 G01N27/22 A47J37/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 818 731 A (PAUL SATHEESH ET AL) 6 October 1998 (1998-10-06) cited in the application the whole document	1-12
Y	US 4 728 882 A (STANBRO WILLIAM D ET AL) 1 March 1988 (1988-03-01) the whole document	1-12
Y	US 5 111 221 A (FARE THOMAS L ET AL) 5 May 1992 (1992-05-05) the whole document	2-12

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*8\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 April 2004

Date of mailing of the international search report

27/04/2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stricker, J-E



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/14955

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5818731	A	06-10-1998	NONE	
US 4728882	A	01-03-1988	AT 80229 T	15-09-1992
			CA 1251516 A1	21-03-1989
			DE 3781500 D1	08-10-1992
			DE 3781500 T2	29-04-1993
			EP 0263848 A1	20-04-1988
			JP 63502851 T	20-10-1988
			WO 8706009 A1	08-10-1987
US 5111221	A	05-05-1992	US 5225374 A	06-07-1993

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/EP 03/14955

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 G01N33/03 G01N27/22 A47J37/12

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 5 818 731 A (PAUL SATHEESH ET AL) 6 octobre 1998 (1998-10-06) cité dans la demande le document en entier ---	1-12
Y	US 4 728 882 A (STANBRO WILLIAM D ET AL) 1 mars 1988 (1988-03-01) le document en entier ---	1-12
Y	US 5 111 221 A (FARE THOMAS L ET AL) 5 mai 1992 (1992-05-05) le document en entier -----	2-12

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

\*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

\*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

\*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

\*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

\*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

15 avril 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/04/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Stricker, J-E

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/EP 03/14955

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5818731	A	06-10-1998	AUCUN	
US 4728882	A	01-03-1988	AT 80229 T	15-09-1992
			CA 1251516 A1	21-03-1989
			DE 3781500 D1	08-10-1992
			DE 3781500 T2	29-04-1993
			EP 0263848 A1	20-04-1988
			JP 63502851 T	20-10-1988
			WO 8706009 A1	08-10-1987
US 5111221	A	05-05-1992	US 5225374 A	06-07-1993